
제 3 장

현장조사 및 시험

3.1 외관조사 결과

3.2 재료시험 및 측정 결과

제 3 장 현장조사 및 시험

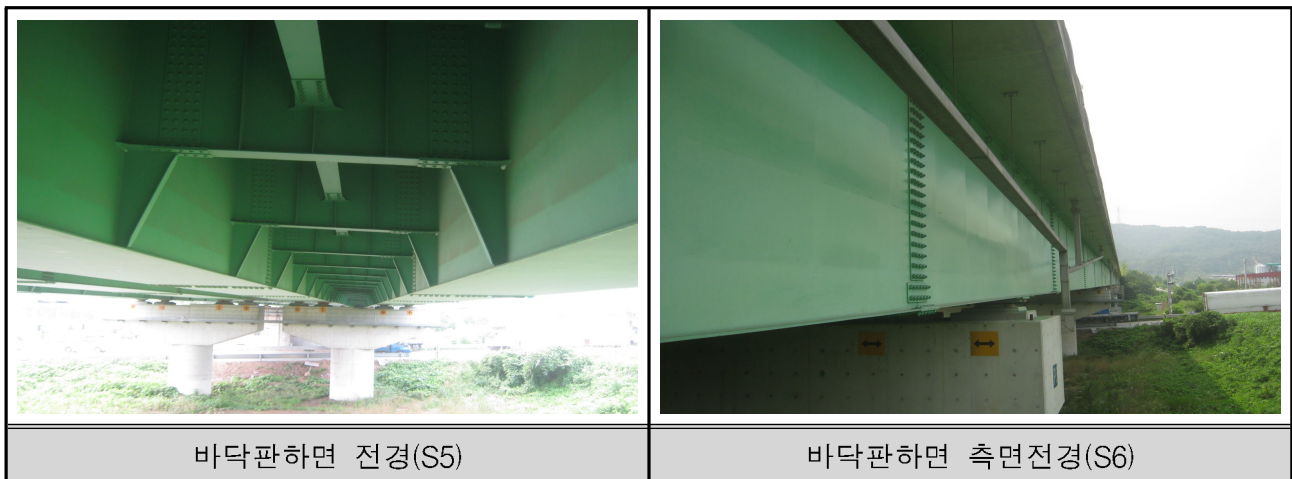
3.1 외관조사 결과

3.1.1 상부구조

가. 바닥판하면

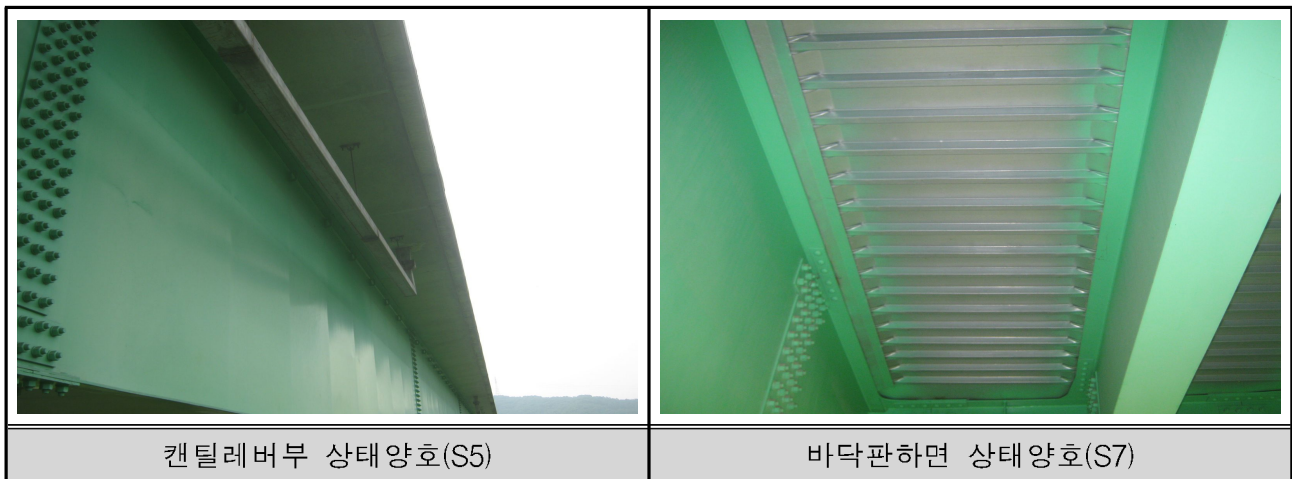
(1) 현 황

원남교(하)의 바닥판은 7경간(L=330.0m)이며, 콘크리트 슬래브로 시공되어 있는 상태이다.



(2) 외관조사 결과

외관조사 결과 전반적으로 양호한 것으로 조사되었으나, 일부구간에 균열($cw=0.2mm$), 백태가 조사되었으며, 표면처리공법에 의한 보수가 요구됨.



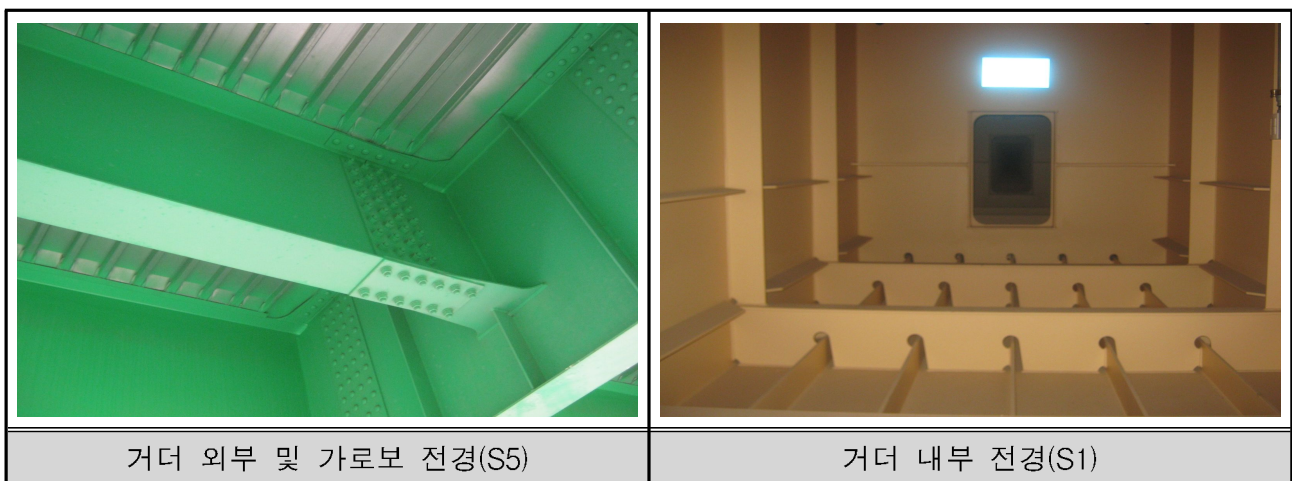
【표 3.1.1】 바닥판하면 외관조사 현황

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
바닥판하면	균열(cw=0.2mm)	2.4	m	3	표면처리공법	
	백태	0.04	m ²	1	표면처리공법	

나. 강 거더 및 가로보

(1) 현 황

본 교량의 거더는 Steel Box Girder의 7경간교로 거더는 2열로 시공되어 있으며, 가로보는 1열로 시공되어 있다.



(2) 외관조사 결과

거더 외부에 대한 외관조사 결과 거더외부는 양호한 상태로 조사되었으며, 거더 내부는 누수흔적, 부식, 이물질 퇴적, 매공미처리, 환기구볼트 체결불량 등이 발생한 것이 조사되었으며, 스플라이스부 전구간 매공 미처리 된 것이 조사되었다. 부식이 발생한 곳은 재도장이 요구되며 스플라이스부 매공미처리 부위는 실링처리로 인한 보수가 요구된다.

가로보는 손상 발생이 없는 양호한 상태로 주기적인 점검을 통한 유지관리가 요구된다.



【표 3.1.2】 강 거더 및 가로보 외관조사 현황

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
거더내부	매공미처리	26	EA	26	실링처리	
	누수흔적	15.65	m ²	19	주의관찰	
	이물질퇴적	10.25	m ²	5	청소	
	환기구볼트체결불량	3	EA	3	주의관찰	
	부식	0.24	m ²	3	재도장	
가로보	상태양호	-	-	-	-	

3.1.2 하부구조

가. 교대 및 교각

(1) 현 황

원남교(하)의 하부구조인 교대(A1, A2)의 형식은 역T형, 교각(P1~P6)의 형식은 T형으

제 3 장 현장조사 및 시험

로 시공되어 있으며, 기초는 전구간 직접기초로 시공되었으며, 지중 매입으로 조사가 불가능한 상태이다.



(2) 외관조사 결과

교대 및 교각에 대한 외관조사 결과 교대에 균열($cw=0.1, 0.3mm$)이 조사된 상태이고, 교각 외관조사결과 균열($cw=0.1\sim0.3mm$), 망상균열 등이 조사된 상태이다. 교대 A1에는 균열($cw=0.1, 0.3mm$)이 2개소 발생한 상태로 이는 건조수축 등에 의한 비구조적 균열로 판단되며 주의관찰 및 주입공법에 의한 보수가 요구되며, 교각부 손상에 대한 균열 및 망상균열은 표면처리공법에 의한 보수가 요구된다.



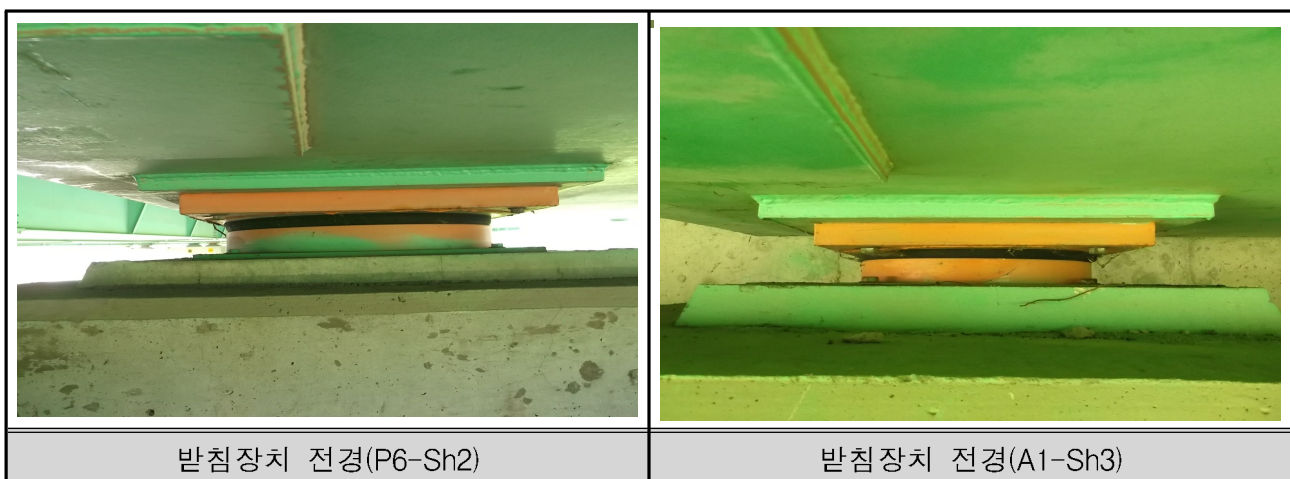
【표 3.1.3】 교대 및 교각 외관조사 현황

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
교대	균열 (cw=0.1mm)	1.1	m	2	주의관찰	
	균열 (cw=0.3mm)	1	m	1	주입공법	
교각	균열 (cw=0.1mm)	11.3	m	13	주의관찰	
	균열 (cw=0.2mm)	7.2	m	6	표면처리공법	
	균열 (cw=0.3mm)	2.7	m	3	주입공법	
	망상균열	72.75	m ²	11	표면처리공법	

3.1.3 받침장치

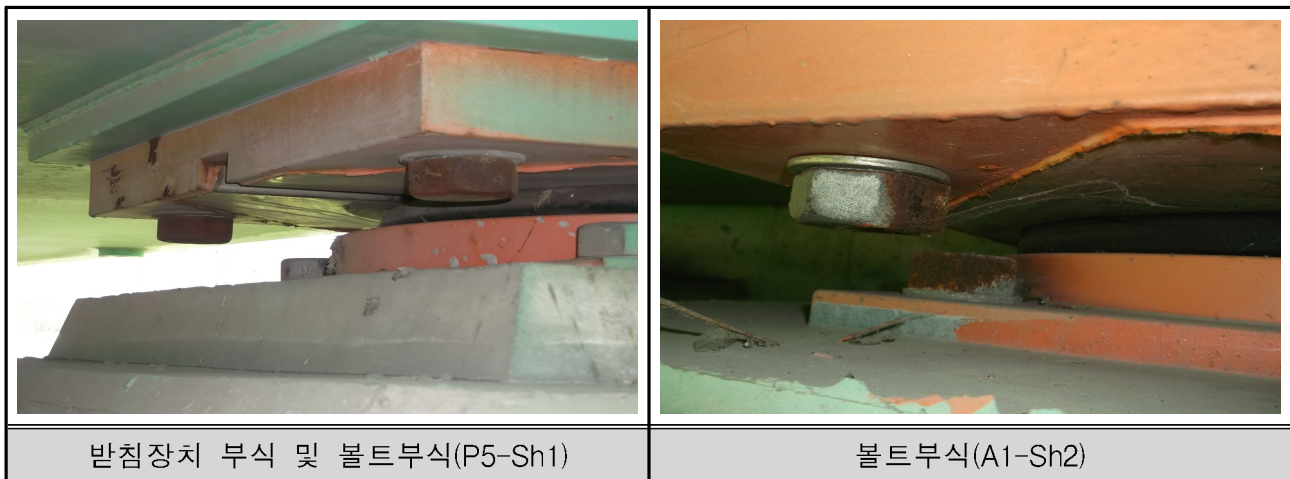
(1) 현 황

교대 및 교각의 받침은 포트받침으로 시공되어 있다.



(2) 외관조사 결과

외관조사 결과 받침장치 부식이 조사되었으며, 받침 콘크리트에 균열(cw=0.1~0.2mm), 받침물탈균열(cw=0.1mm), 볼트부식 등이 조사되었다. 받침장치 및 볼트부식은 공용 중 노후화, 외기(습기, 우수) 등에 의해 발생한 것으로 판단되며 재도장 보수가 요구되며, 받침 콘크리트에 발생한 균열은 건조수축에 의한 것으로 표면처리공법에 의한 보수가 요구된다.



【표 3.1.4】 반침장치 외관조사 현황

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
반침장치	반침콘크리트균열(cw=0.1mm)	4.2	m	21	주의관찰	
	반침콘크리트균열(cw=0.2mm)	1.6	m	8	표면처리공법	
	반침몰탈균열(cw=0.1mm)	1.1	m	3	주의관찰	
	볼트부식	70	EA	70	채도장	
	반침부식	0.37	m ²	3	채도장	

(3) 연단거리 검토

본 교량의 교량받침은 포트받침으로 연단거리는 받침연단에서 하부구조 연단을 측정하였으며, 검토결과는 다음과 같다.

연단거리 [S]	- S의 최소치는 다음과 같다. (도로교표준시방서 하부구조편 5.4.2참조) - 거더의 경간길이 100m이상 : $S=300+4L$ - 거더의 경간길이 100m이하 : $S=200+5L$ (여기서, L=지간길이(m))
-----------------	--

- 경간별 S 최소치

① S1~ S7(L=40m) : $S = 200 + 5 \times 40 = 400\text{mm}$ 이상

제 3 장 현장조사 및 시험

【표 3.1.5】 받침장치 연단거리 측정 결과

단위[mm]

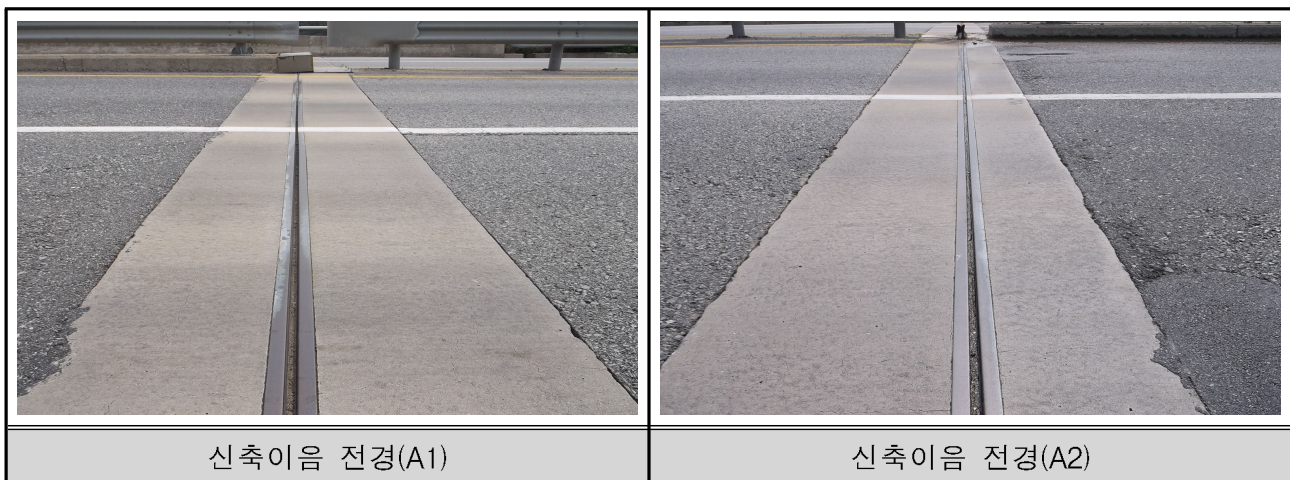
구분		Sh1	Sh2	Sh3	Sh4	S	평가	비고
A1		700	720	710	700	400	양호	
P1	시점측	1100	1120	1090	1100	400	양호	
	종점측	1150	1130	1160	1150	450	양호	
P2	시점측	1150	1140	1140	1150	450	양호	
	종점측	1100	1110	1110	1100	450	양호	
P3	시점측	600	590	590	600	450	양호	
	종점측	600	610	610	600	450	양호	
P4	시점측	1160	1160	1150	1150	450	양호	
	종점측	1090	1090	1100	1100	450	양호	
P5	시점측	1100	1110	1110	1100	450	양호	
	종점측	1150	1140	1140	1150	450	양호	
P6	시점측	1160	1140	1160	1150	450	양호	
	종점측	1090	1110	1090	1100	400	양호	
A2		610	600	600	590	400	양호	

교량 받침의 연단 거리 검토 결과 모든 측정 구간에서 최소 연단 거리를 확보하고 있는 양호한 상태로 조사되었다.

3.1.4 신축이음

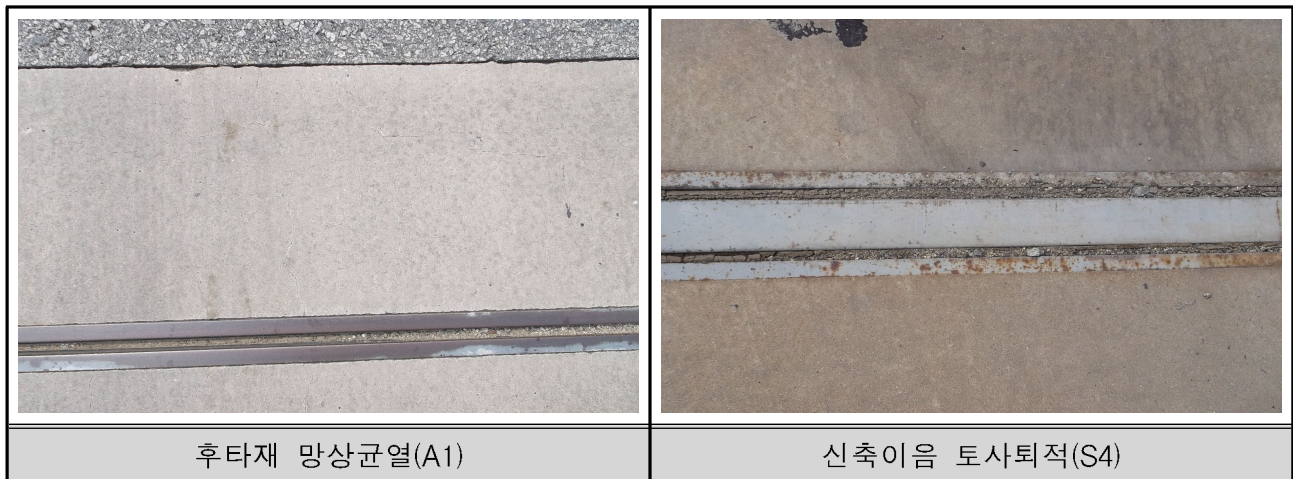
(1) 현 황

신축이음장치는 마게바 조인트 형식으로 교대(A1, A2, S4)에 3개소 시공되어 있다.



(2) 외관조사 결과

외관조사 결과 기 점검 시 조사된 후타재 망상균열, 신축이음 유간 토사퇴적 등이 일부 조사되었다. 유간 토사퇴적, 후타재 망상균열은 건조수축, 지속적인 차량통행 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 후타재 망상균열은 표면처리 공법에 의한 보수가 요구된다.



【표 3.1.6】 신축이음 외관조사 현황

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
신축이음	후타재망상균열	12.1	m ²	5	표면처리공법	
	토사퇴적	21	m ²	2	청소	

(3) 신축이음 유간 조사

조사일시	최저기온	최고기온	일평균기온	비 고
2014년 8월 1일	22.5°	32.9°	28.4°	

- 온도에 의한 신장량(Δl_t) ; 한랭지방, 강교 : -20°C ~ +40°C 적용

위치	$\Delta l_t = \Delta T \times \alpha \times L$ (α (선팽창계수) : 1.2×10^{-5}) $\Delta T = 40 - 28.4 = 11.6^\circ\text{C}$				비고
	ΔT	α	L(m)	$\Delta l_t(\text{mm})$	
A1	11.6	1.2×10^{-5}	90	12.53	이론 신장량
P3	11.6	1.2×10^{-5}	150	20.88	
A2	11.6	1.2×10^{-5}	90	12.53	

【표 3.1.7】 신축이음 유간 측정 결과

위치	영향거리 (m)	실측 신축이음 유간(mm)	하절기(40℃) 이론 신장량(mm)	비 교	결 과
A1	90	24	12.53	측정유간 > 계산유간	∴ 유간 확보
P3	150	39	20.88	측정유간 > 계산유간	∴ 유간 확보
A2	90	20	12.53	측정유간 > 계산유간	∴ 유간 확보

3.1.5 기타 시설

가. 교면포장

(1) 현 황

원남교(하)는 S7 경간의 편도2차선 교량으로 총 연장 330.0m, 전체 폭 10.5의 교량이다.



(2) 외관조사 결과

교면포장에 대한 외관조사 결과 토사퇴적, 보수불량, 아스콘망상균열 등이 조사된 상태로 차량 통행에 의한 손상으로 판단되며, 보수불량 및 아스콘망상균열에 대한 손상은 패칭공법을 통한 보수가 요구되며, 토사퇴적이 발생되지 않도록 주기적인 청소가 요구된다.

	
보수불량(S7)	아스콘망상균열(S6)

【표 3.1.8】 교면포장 외관조사 현황

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
교면포장	보수불량	3.71	m ²	4	패칭공법	
	아스콘망상균열	3	m ²	1	패칭공법	
	토사퇴적	0.08	m ²	1	청소	

나. 난간 및 중앙분리대

(1) 현 황

교량 외측으로 방호벽 및 난간이 시공되어 있으며, 중앙에는 가드레일 형식의 중앙분리대가 시공되어 있다.

	
방호벽 전경(S7)	중앙분리대 전경(S7)

(2) 외관조사 결과

방호벽에는 철근노출, 텔리네이터 탈락, 콘크리트 열화, 박락, 박락 및 철근노출 등이 조사되었다. 철근노출, 박락 및 철근노출은 피복부족 등에 의해 발생한 것으로 내구성 저하방지를 위한 보수가 요구되며, 박락 및 콘크리트 열화에 대한 손상은 단면보수공법에 의한 보수가 요구되며, 텔리네이터 탈락은 재설치가 요구된다.

중앙분리대의 가드레일은 콘크리트 열화가 조사되었으며, 단면보수공법에 의한 보수가 요구된다.



방호벽 콘크리트열화(S6)



중앙분리대 콘크리트열화(S3)



텔리네이터 탈락(S2)



방호벽 철근노출(S5)

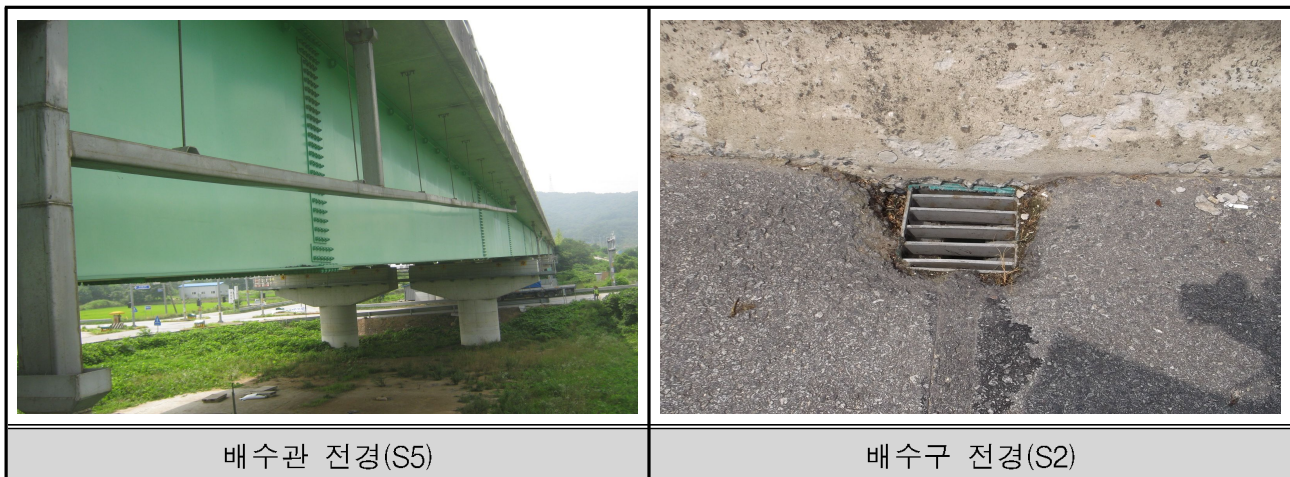
【표 3.1.9】 난간 및 연석, 보도부 외관조사 현황

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
방호벽	철근노출	0.59	m ²	23	철근방청, 단면보수	
	연석측면콘크리트열화	80	m ²	5	단면보수공법	
중앙분리대	중앙분리대측면콘크리트열화	72	m ²	3	단면보수공법	

나. 배수시설

(1) 현 황

배수시설은 교량외측(방호벽)에 시공되어 있으며, 육교용 배수관으로 설치되어 있다.



(2) 외관조사 결과

배수시설은 토사퇴적 및 이물질 등에 의해 9개 배수구 막힘 조사되었다. 토사퇴적은 차량주행 및 청소 미실시 등에 의해 발생된 것으로 주기적인 청소를 실시하여 원활한 배수가 이루어지도록 해야 할 것이다.



【표 3.1.10】 배수시설 외관조사 현황

위 치	손 상 내 용	손상 물량	단위	발생 개소	보수·보강 방안	비고
배수시설	배수구 막힘	9	EA	9	청소	

3.1.6 전차 점검 결과와 비교

2012년 실시한 전차 정밀점검과 금회 정밀점검 외관조사 내용을 비교·평가하면 다음과 같다.

【표 3.1.11】 전차 정밀점검과의 비교 및 평가

구 분	손상 내용	손상수량		단위	증감 (+:증가, -:감소)	보수방안		보수 여부
		전차 점검	금차 점검			전차	금차	
교면 포장	보수불량	0	3.71	m ²	+3.71	-	팻칭공법	-
	아스콘망상균열	0	3	m ²	+3	-	팻칭공법	-
	토사퇴적	0	0.08	m ²	+0.08	-	청소	-
	포장파손	1.46	0	m ²	-1.46	팻칭공법	-	보수 완료
방호벽	철근노출	0	0.59	m ²	+0.59	-	철근방청 단면보수	-
	연석측면 콘크리트열화	0	80	m ²	+80	-	단면보수	-
	교명판탈락	2	0	EA	-2	재설치	-	보수 완료

제 3 장 현장조사 및 시험

【표 3.1.11】 전차 정밀점검과의 비교 및 평가 (계속)

구 분	손상 내용	손상수량		단위	증감 (+:증가, -:감소)	보수방안		보수 여부
		전차 점검	금차 점검			전차	금차	
난간	변형	2.5	0	m	-2.5	교체	-	보수 완료
충분대	연석측면 콘크리트열화	0	72	m ²	+72	-	단면보수	-
	가드레일변형	12	0	m	-12	교체	-	보수 완료
	가드레일지주파손	1	0	EA	-1	교체	-	보수 완료
배수 시설	배수구막힘	0	9	EA	+9	-	청소	-
신축 이음	후타재망상균열	0	12.1	m ²	+12.1	-	주의관찰	-
	토사퇴적	0	21	m	+21	-	청소	-
	차수덮개미설치	1	0	EA	-1	재설치	-	보수 완료
	후타재균열	6.2	0	m	-6.2	표면처리	-	보수 완료
바닥판 하면	균열0.2	0	2.4	m	+2.4	-	표면처리	-
	백태	0	0.04	m ²	+0.04	-	표면처리	-
박스 내부	매공미처리 (우수유입)	25	26	EA	+1	-	실링처리	미보수
	누수흔적	26	19	EA	-7	실링처리	실링처리	일부 보수
	이물질퇴적	0	10.25	m ²	+10.25	-	청소	-
	볼트체결불량	0	3	EA	+3	-	재체결	-
	부식	0	0.24	m ²	+0.24	-	재도장	-
받침 장치	받침콘크리트균열 (cw=0.1mm)	0	4.2	m	+4.2	-	주의관찰	-
	받침콘크리트균열 (cw=0.2mm)	0	1.6	m	+1.6	-	표면처리	-
	받침몰탈균열 (cw=0.1mm)	0	1.1	m	+1.1	-	주의관찰	-
	볼트부식	0	70	EA	+70	-	재도장	-
	받침부식	0	0.37	EA	+0.37	-	재도장	-

【표 3.1.11】 전차 정밀점검과의 비교 및 평가 (계속)

구 분	손상 내용	손상수량		단위	증감 (+:증가, -:감소)	보수방안		보수 여부
		전차 점검	금차 점검			전차	금차	
교대	균열(cw=0.1mm)	0	1.1	m	+1.1	-	주의관찰	-
	균열(cw=0.3mm)	0	1	m	+1	-	주입공법	-
교각	균열(cw=0.1mm)	17.9	11.3	m	+0.6	표면처리	주의관찰	미보수
	균열(cw=0.2mm)		7.2	m		표면처리	미보수	
	균열(cw=0.3mm)	0	2.7	m	+2.7	-	주입공법	-
	망상균열	0	72.75	m ²	+72.75	-	표면처리	-
기타	텔리네이터탈락	0	3	EA	+3	-	주의관찰	-

3.2 재료시험 및 측정 결과

3.2.1 개 요

본 구조물에 대한 내구성 조사는 우선 외관조사를 실시한 후 각 구조부재의 특성과 외관 상태를 분석·검토하여 【표 3.2.1】과 같이 필요한 시험항목 측정위치 및 개소를 선정하여 수행하였다.

【표 3.2.1】 시험 현황 및 위치 개소

시험항목	측정위치	측정개소	비고
반발경도법	바닥판	6	
	교대	6	
탄산화시험	바닥판	2	
	교대	2	

			
압축강도 시험	탄산화 시험(천공)	탄산화시험(시약분무)	탄산화시험(진행상태)

3.2.2 콘크리트 압축강도 시험 결과

반발경도 측정은 콘크리트 표면의 요철, 부착물, 분말 등을 제거하고 실시하였으며, 표면에 곰보, 공극, 노출된 자갈 등이 있는 부위들은 측정위치에서 제외했다. 또한, 반발경도 값은 각 측정부재에 따라 타격방향, 표면의 건습상태, 재령 등에 의한 보정을 한 후 콘크리트 강도를 추정하였다.

강도 추정식은 여러 가지가 제안되어 있으나 일반적으로 가장 널리 사용되고 있는 아래와 같은 식을 사용하여 압축강도를 추정하였다.

- 공통편 식 2.2.2 : 일본재료학회(보통콘크리트) $F_C = -18.0 + 1.27 R_o \text{ (MPa)}$
- 공통편 식 2.2.3 : 일본건축학회 CNDT 소위원회 강도계산식 $F_C = (7.3 R_o + 100) \times 0.1 \text{ (MPa)}$

【표 3.2.2】 반발경도법에 의한 콘크리트 압축강도

단위 : [MPa]

부 재 명		보정 반발도 (Ro)	측정강도		평균 강도	재령 계수	측정강도	설계 기준강도
			식2.2.2	식2.2.3				
바닥판 하면	S1	48.6	43.7	44.6	44.1	0.63	27.8	27.0
	S2	47.8	42.7	44.0	43.4	0.63	27.3	
	S3	48.7	43.8	44.6	44.2	0.63	27.9	
	S4	48.4	43.5	44.4	43.9	0.63	27.7	
	S5	48.3	43.3	44.4	43.8	0.63	27.6	
	S7	48.3	43.3	44.4	43.8	0.63	27.6	
교대, 교각	A1	43.0	36.6	40.6	38.6	0.63	24.3	24.0
	A2	43.1	36.7	40.6	38.7	0.63	24.4	
	P1	43.1	36.7	40.6	38.7	0.63	24.8	
	P2	43.5	37.2	40.9	39.1	0.63	24.6	
	P3	44.0	37.9	41.3	39.6	0.63	24.9	
	P5	43.5	37.2	40.9	39.1	0.63	24.6	

본 교량의 강도시험 결과 바닥판하면은 27.3~27.9MPa, 교대는 24.3~24.9MPa로 측정되었으며, 설계기준강도를 만족하는 것으로 나타나 콘크리트 압축강도에 따른 내구성 저하는 없는 것으로 판단된다.

3.2.3 탄산화 시험 결과

본 대상시설물의 탄산화 판별법은 콘크리트의 피복을 해체하고 그 파단면에 1%의 페놀 프탈레인-알코올 용액을 분무하여 변색 여부를 관찰하는 방법을 사용하였다.

【표 3.2.3】 탄산화 상태평가 기준

기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	○ 30mm이상	탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	○ 10mm이상 ~ 30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	○ 0mm이상 ~ 10mm미만	탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	○ 0mm미만	철근부식 발생
e	-	

○탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용한다.
 ○콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다.
 ○철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 한다.

【표 3.2.4】 탄산화 시험 결과

측정위치		탄산화 심도(mm)	실측최소 피복두께 (mm)	최소 탄산화 잔여깊이 (mm)	평가	경과년수 to	속도계수 A	철근도달 시간 (year)
바닥판하면	S2	7.9	56.0	48.1	a	10	2.498	493
	S7	8.2	52.0	43.8	a	10	2.593	392
교각	P2	9.2	72.0	62.8	a	10	2.909	603
	P5	10.0	77.0	67.0	a	10	3.162	583

탄산화 심도 측정결과 모든 측정 부위에서 a등급으로 측정되어 탄산화에 의한 철근의 부식 우려는 없는 것으로 나타났으며, 탄산화에 의한 수명 평가 결과 문제가 없는 것으로 판단된다.